

## 월동배추의 품질 특성 및 김치 발효 중 이화학적 변화

정석태 · 김지강 · 강은주  
농촌진흥청 원예연구소

### Quality Characteristics of Winter Chinese Cabbage and Changes of Quality During the Kimchi Fermentation

Seok-Tae Jeong, Ji-Gang Kim, Eun-Ju Kang  
National Horticulture Research Institute, RDA

#### Abstract

This study were comparison the quality characteristics of winter Chinese cabbage and investigation the physicochemical properties during Kimchi fermentation. External characteristics of three cultivars winter Chinese cabbage were compared, total weight of "Manpung" cultivar showed the heaviest in Chinese cabbages, but edible portion weight of "Seolwang" cultivar showed the heaviest in Chinese cabbages. Kimchi made of winter Chinese cabbage were fermented at 5°C for 40 days, of which pH, acidity, free sugar and organic acid were measured. The hardness of "Manpung" cultivar continued highly during the Kimchi fermentation at 5°C. The pH and total acid in Kimchi fermentation, of the "Manpung" cultivar changed more than those of others. At the initial stage of Kimchi fermentation, the major organic acid was citric acid, but lactic acid and acetic acid were increased rapidly during fermentation of Kimchi. The major organic acid of Kimchi fermented for 30days was lactic acid, and the lactic acid contents of Kimchi prepared with "Manpung" cultivar was 6,796.6 $\mu$ g/g account for 69.6% of total organic acid.

Key words : Chinese cabbage, Kimchi, organic acid.

#### 서론

김치는 배추, 무, 오이 등의 채소를 절인 후, 여러 가지 양념을 첨가하여 일정기간 숙성시키는 발효식품으로 삼국시대 이전부터 한국의 가장 중요한 전통식품으로 자리잡았으며, 현재까지도 우리의 식생활에서 큰 비중을 차지하고 있다(1).

김치의 품질에 관계되는 요소는 다양하다. 즉, 김치는 야채류의 신선한 맛, 소금의 짠맛, 젓산발효에 의한 상쾌한 맛, 향신료에 의한 향신미, 젓갈류에 의한 감칠맛 등이 조화되어 독특한 향미(flavor)와 아삭

아삭 씹히는 상쾌한 조직감(texture)을 내기 때문에 다른 식품보다도 많은 요소들이 김치의 품질에 관계된다(2-4). 윤 등(5)이 보고한 김치와 배추의 기호성에 관한 연구를 보면, 많은 사람들이 김치의 맛에 가장 큰 영향을 미치는 것은 김치의 저장과 양념 다음으로 배추라고 답하였으며, 배추를 구입할 때 가장 중요하게 생각하는 것은 결구정도와 중특형질 그리고 배추 맛의 순이라고 하였다. 소비자들이 김치를 담그는데 있어서 배추를 상당히 중요하게 생각하는 것에 비해 지금까지 보고된 배추의 품종에 따른 김치의 품질에 관한 연구는 절임이나 숙성, 미생물 등 다른 분야에 비해 미비하다(6). 지금까지 보고된 연구로는 전(7)이 보고한 봄배추 품종별 김치가공적성과 이 등(8)이 보고한 가을배추의 품종별 가공적성의 비교 등

Corresponding author : Seok-Tae Jeong, National Horticulture Research Institute, RDA, Suwon, 440-310, Korea

을 들 수 있다.

우리 나라에서 생산되는 배추들은 봄배추, 여름배추, 가을 김장배추, 겨울 월동배추 등이 있으며, 이중에 가을배추와 월동배추가 맛과 저장성이 좋아서 김치의 가공적성이 우수하다고 보고되고 있다(9-11). 본 실험에서는 월동배추의 품종별 김치 가공 특성을 비교하기 위하여 월동배추 3품종을 이용하여 같은 조건에서 김치를 제조한 후 총산, 유기산 등의 이화학적 특성으로 각각의 김치품질을 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서 사용된 월동배추는 '동풍', '만풍', '설왕' 3품종으로 전라남도 해남에서 '98년 2월에 수확하여 실험에 사용하였으며 사용된 고춧가루, 생강, 마늘 등은 시판품을 이용하였다.

### 김치제조 및 저장조건

배추의 염절입은 배추를 다듬은 후 세로로 4등분하여 염수침지법으로 6시간동안 절입하였다. 절입수는 배추무게의 1.2배가 되도록 하고, 물주머니로 눌러 배추가 모두 잠기도록 하였으며, 1시간마다 뒤집어주었다. 이때 초기 염수의 농도는 12%였으며, 염수의 온도는 15°C였다. 배추가 모두 절여진 뒤 흐르는 물에 3회 세척하여 1시간동안 물빼기를 한 뒤, 절입배추 100g당 고춧가루 3g, 마늘 1.5g, 생강 0.3g을 첨가하여 김치를 제조하였으며, 제조 후 5°C에서 30일 동안 숙성시키면서 품질특성을 조사하였다.

### 총산

여액 10ml에 증류수 40ml를 가한 후 0.1N NaOH 용액으로 적정하여 pH 8.2가 될 때까지의 NaOH 용액 소비량을 젯산함량으로 환산하여 나타내었다. 유리당은 배추 시료 20g (겉잎, 중잎, 속잎을 합친 것)을 마쇄하여 원심분리한 후 그 상등액을 취해서 Sep-pak C18 cartridge 와 0.45 $\mu$ m membrane filter를 통과시킨 후 칼럼 Sugar-pak 1 (6.5 $\times$ 300mm)을 이용하여 분석하였다.

### 유기산

유리당분석 방법과 동일하며 DIONEX IonPac® ICE-AS6 P/N 46023 칼럼을 이용하여 분석하였다. 염도는 염분농도계 (Merbabu NS-3P)를 사용하여 측정하

였으며 경도는 Texture analyser TA-XT2 (SM Co.)를 이용하여 Puncture test로 조사하였는데 시료의 일관성을 위해 김치는 가능한 중량부분을 무작위 추출하여 처리당 10번 반복 측정하였다.

### 유리당

김치 시료 20g을 마쇄하여 거즈로 착즙한 후 원심분리하여 그 상등액을 취해서 sep-pak C18 cartridge와 0.45 $\mu$ m membrane filter를 통과시킨 후 HPLC로 분석하였다. Column은 Sugar-pak 1 (6.5 $\times$ 300mm)을 사용하였으며, Column temperature : 85°C, Mobile phase : Water (0.1mM Ca-EDTA), Flow rate : 0.5ml/min, Detector는 RI를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 배추의 물리적 특성

Table 1.에서 나타낸바와 같이 월동배추 3품종 중 전체 무게는 '만풍'이 가장 무거웠으나, 겉잎을 뺀 가식부위의 무게는 '설왕'이 가장 무거웠다. 그 이유는 '만풍'의 경우 크고 두꺼운 초록색의 겉잎이 많아서 다듬는 과정에서 많이 제거되었기 때문이며, 동풍은 크기 및 무게가 '만풍'과 '설왕'보다 작았다. 잎의 두께는 '동풍'과 '설왕'은 0.90 cm으로 비슷하였으나 '만풍'은 0.96cm으로 가장 두꺼웠다. 결구형태는 '만풍'과 '동풍'은 포피형이었고, '설왕'은 포합형이었으며 잎수는 '설왕'이 86장으로 가장 많았고, 추대정도 역시 '설왕'이 가장 많이 된 상태였다.

Table 1. External characteristics of winter Chinese cabbage

Cultivars	Total weight (g)	Head Weight (g)	Head diameter (cm)	Head height (cm)	Midrib thickness (cm)	Head formation	Bolting leaf length (cm)
Dongpung	2956.67	2238.33	15.83	27.17	0.90	wrapped-over type	78
Manpung	4701.67	2975.00	18.33	32.00	0.96	wrapped-over type	67
Seolwang	3918.33	3055.00	17.50	26.33	0.90	joined-up type	86

### 배추의 화학적 특성

Table 2에서 보는 바와 같이 '만풍'은 배추 자체의 pH가 6.43으로 '동풍'과 '설왕'에 비해 조금 높았고, 산도 역시 '동풍'과 '설왕'보다 조금 높았다. 또한 '만풍'은 잎이 두꺼운 만큼 hardness도 '동풍'과 '설왕'보다 높았다. 배추의 주된 유기산은 citric acid와

malic acid였으며, '동풍'은 malic acid 함량이 1251.3 ppm으로 가장 높고, '설왕'은 citric acid 함량이 440.5 ppm으로 가장 높았다. '동풍'에서는 미량의 lactic acid가 검출되었으나 '만풍'과 '설왕'에서는 검출되지 않았다. 유리당은 약 3.6~5.1 % 정도이며 전체 유리당과 전체 유기산은 '설왕'이 다른 품종에 비해 많았다.

Table 2. Quality characteristics of winter cultivars of Chinese cabbage

Cultivars	pH	Total Acid (%)	Texture (g/φ2mm)	Organic acid(ppm)			Free sugar(%)		
				citric acid	malic acid	lactic acid	glucose	fructose	sucrose
Dongpung	6.34	0.07	828.1	114.7	1251.3	36.0	1.83	1.80	0.15
Manpung	6.43	0.09	836.2	251.5	1028.8	ND	2.60	1.93	0.10
Seolwang	6.36	0.08	778.7	440.5	1148.6	ND	2.68	2.45	0.22

ND : Not detected.

김치 발효중 경도 변화

월동배추의 김치 발효시 김치 조직의 경도 변화는 Fig. 1과 같다. '동풍'은 숙성 초기부터 숙성 20일까지 계속적으로 크게 감소되었으며, 이와 반대로 '만풍'은 숙성 초기부터 말기까지 서서히 감소하면서 일정한 hardness를 유지하였다. '만풍' 품종은 배추 자체의 잎이 크고 두꺼웠기 때문에 김치 제조 후 숙성 중에도 크게 변화하지 않은 것으로 보여진다. '설왕'은 숙성 10일까지는 큰 변화가 없었으나 숙성 20일 이후부터 급속히 감소하였다.

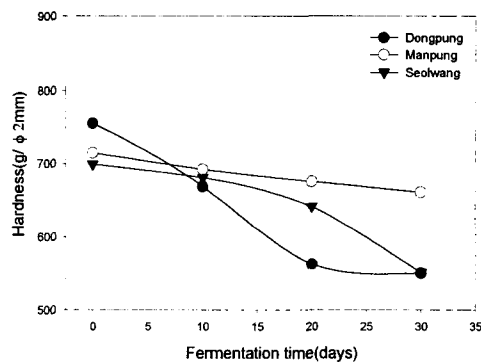


Fig. 1. Changes on the hardness of Kimchi of various winter Chinese cabbage. Fermentation temp. : 5°C.

김치발효중 pH 및 총산의 변화

김치의 숙성중 pH 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 제조 후 숙성 10일까지는 모든 품종에서 일정하게

pH가 증가하였다가 숙성 10일 이후부터 pH가 감소하기 시작하였다. pH가 증가하는 이유는 숙성 초기에는 호기성균들이 먼저 자라기 때문이며 이 호기성균들은 김치국물 중의 산소를 제거하는데 그 기간이 약 10일정도 소요된다(12). 그 이후에 혐기성균들이 젖산균이 자라면서 pH가 급속도로 낮아지기 시작한다. '동풍'과 '설왕'은 큰 차이 없이 pH가 감소하였으나, '만풍'은 숙성 10일 이후로 pH가 급격히 낮아지기 시작하였다. 그러나 숙성 30일째에는 모두 비슷한 pH를 나타내었다.

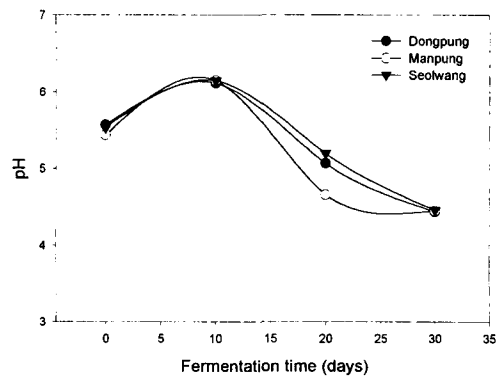


Fig. 2. Changes of pH in Kimchi made of various winter Chinese cabbage. Fermentation temp. : 5°C.

김치의 숙성중 총산의 변화는 Fig. 3과 같다. 총산은 숙성 10일까지는 총산의 증가가 거의 없었으며, 10일 후부터 '만풍'의 총산이 급격히 증가하였다. '설왕'과 '동풍'은 거의 같은 경향으로 총산이 증가하여 최종 총산은 약 0.65%정도였고, '만풍'은 0.7%이상까지 증가하였다.

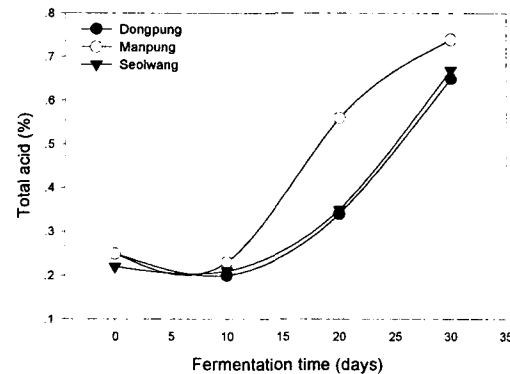


Fig. 3. Changes of total acid in Kimchi of various winter Chinese cabbage. Fermentation temp. : 5°C.

## 유기산 및 유리당의 변화

Table 3. Changes of organic acid in Kimchi made of various winter Chinese cabbage

Cultivars		Fermentation time (days)			
		0	10	20	30
Dongpung	citric acid	118.5	105.2	76.9	1.6
	malic acid	146.8	89.6	28.6	3.4
	lactic acid	52.9	2.6	206.4	613.9
	acetic acid	22.4	12.1	115.8	221.7
Manpung	citric acid	146.2	122.1	48.2	4.6
	malic acid	110.9	133.5	13.1	4.5
	lactic acid	3.2	5.2	468.4	679.7
	acetic acid	11.0	12.5	235.7	287.1
Seolwang	citric acid	71.3	90.9	77.3	16.7
	malic acid	82.4	73.7	34.6	2.8
	lactic acid	ND	ND	123.5	505.8
	acetic acid	ND	6.8	44.8	208.1

Fermentation temp. : 5°C. ND : Not detected.

김치의 숙성중 유기산 변화는 Table 3과 같다. 김치발효 초기의 citric acid와 malic acid는 '동풍'과 '만풍'이 '설왕'에 비해 많았다. 이는 배추 자체의 유기산이 '설왕'이 가장 많았던 것과는 반대의 결과이며, 그 이유는 김치제조 시 첨가되는 양념의 영향인 것으로 생각된다. citric acid와 malic acid는 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소하였으며, 그 반면에 숙성이 진행됨에 따라 lactic acid와 acetic acid는 급격히 증가하였고 숙성 말기의 주된 유기산은 lactic acid였으며 '만풍' 품종에서 679.7mg/100g으로서 전체 유기산중 69.6%를 차지하였다.

Table 4. Changes of free sugar in Kimchi of various winter Chinese cabbage

Cultivars		Fermentation time (days)			
		0	10	20	30
Dongpung	glucose	1.78	1.43	0.91	0.48
	fructose	1.75	1.35	0.73	0.33
	sucrose	ND	ND	ND	0.02
Manpung	glucose	1.90	1.67	1.25	0.97
	fructose	1.70	1.56	0.78	0.41
	sucrose	ND	ND	0.05	ND
Seolwang	glucose	1.25	0.90	0.74	0.49
	fructose	1.35	0.95	0.85	0.32
	sucrose	ND	ND	0.03	0.04

Fermentation temp. : 5°C. ND : Not detected.

김치의 숙성중 유리당의 변화는 Table 4와 같다.

김치제조 후 당분석 결과 '동풍'과 '만풍'의 전체 유리당은 약 3.5%로 배추의 유리당과 비슷하였으나 '설왕'은 약 2.6%로 배추 자체의 유리당보다 낮아졌다. 이는 배추로 김치를 제조하는 과정에서 절임 또는 양념의 첨가에 의한 당함량의 변화로 추측된다. 김치의 유리당은 숙성이 진행되면서 줄어들며, 줄어드는 당은 발효를 진행시키는 미생물이 이용하는 것으로 알려져 있다(13). 발효의 진행에 따른 당의 감소를 보면 '동풍' 품종의 glucose와 fructose 가 가장 많이 줄어드는 것으로 나타났다.

## 요약

월동 배추 3품종 중 외형적 특징을 조사한 결과 '만풍'이 가장 크고, 무거웠으며 잎의 두께도 가장 두꺼웠다. 그러나 김치제조 시 다듬는 과정에서 초록색의 크고 두꺼운 결이 많이 제거되어 가식부위의 무게는 '설왕'보다 적었다. 배추 3품종 중 잎이 두꺼운 '만풍'이 경도 또한 가장 높았으며 산도도 높았다. 김치 제조 후 품질을 조사한 결과 '만풍'은 조직의 경도 저하가 다른 품종에 비하여 적었지만 pH 및 총산의 변화에 있어서는 '만풍' 품종이 가장 큰 변화를 보였다. 김치 발효시 초기의 주된 유기산은 citric acid였지만 발효가 진행되면서 lactic acid와 acetic acid의 생성량이 급격히 증가하였으며 숙성 말기의 주된 유기산은 lactic acid였으며 '만풍' 품종에서 679.6 $\mu$ g/g으로서 전체 유기산중 69.6%를 차지하였다.

## 감사의 글

본 연구는 '95~'98 선도기술개발과제인 '김치 제조공정의 개선 및 보존성 증대를 위한 신기술 개발'의 일환으로 수행되었으며 연구비 지원에 대하여 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 윤인화 (1994) '김치의 과학'. 한국식품과학회, 심포지움 발표논문집, p.36
2. 김미정 (1995) 김치의 위생성과 품질향상을 위한 담금 방법에 관한 연구. 효성 카톨릭대학교 박사학위논문
3. 김미경, 김소연, 우철주, 김순동(1994) 밀폐용기에서의 김치숙성에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 23(2), 268-273

4. 이철우, 고창영, 하덕모 (1992) 김치발효중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리 젖산균의 동정. 한국산업미생물학회지, 20(1), 102-106
5. 윤진영 (1985) 김치와 배추 기호성에 관한 설문조사 분석. 한국원예학회지, 2, 122-126
6. 조재선 (1994) 김치 연구의 어제와 오늘. 심포지움 발표논문집 '김치의 과학', 한국식품과학회,
7. 전재근 (1981) 봄배추 품종별 김치가공적성. 한국농화학회지, 24(3), 194-199
8. 이인선, 박완수, 구영조, 강국희(1994) 가을 김장배추 품종별 김치 가공적성의 비교. 한국식품과학회지, 26(3), 226-230
9. 한응수 (1997) 청과물 저장과 가공기술. 유림문화사, 290-301
10. 이동선, 신동화, 민병용 (1979) 배추가공저장시험. 농어촌개발공사 식품연구사업보고, 67-71
11. 양용준, 정진철, 장탁중, 이시열, 백운화(1993) 가을배추의 장기 저온 저장 중 저장성에 미치는 품종 및 포장방법의 효과. 한국원예학회지, 34(3), 184-190
12. 조재선 (1991) 김치 숙성중 미생물의 동태와 성분 변화. 한국식문화학회지, 6(4), 479
13. 하재호, 허우덕, 김영진, 남영중 (1989) 김치 숙성 중 유리당의 변화. 한국식품과학회지, 21(5), 633-638

---

(1999년 3월 20일 접수)